



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

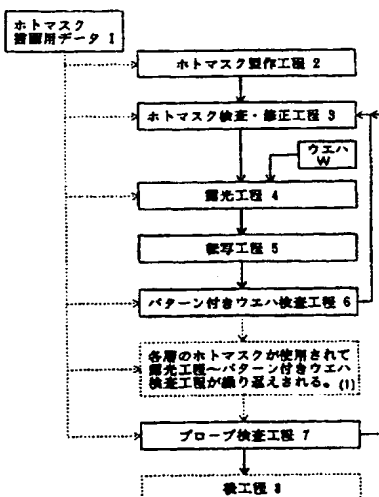
|   |           |  |
|---|-----------|--|
| <p>(51) 国際特許分類6<br/>H01L 21/66, 21/68, 21/027, 21/30, G03F 1/08, G01N 21/88, G01R 31/26</p>   | <p>A1</p> | <p>(11) 国際公開番号 WO98/01903</p> <p>(43) 国際公開日 1998年1月15日(15.01.98)</p>   |
| <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01901</p> <p>(22) 国際出願日 1996年7月9日(09.07.96)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)<br/>株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP)<br/>〒101 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者: および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)<br/>井古田まさみ (IKOTA, Masami)(JP/JP)<br/>〒207 東京都東大和市向原1丁目1881番10号 Tokyo, (JP)<br/>杉本有俊(SUGIMOTO, Aritoshi)(JP/JP)<br/>〒112 東京都文京区白山四丁目19番7号 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人<br/>弁理士 梶原辰也(KAJIWARA, Tatuya)<br/>〒160 東京都新宿区西新宿8丁目9番5号<br/>セントラル西新宿1-201号 Tokyo, (JP)</p> |           | <p>(81) 指定国 CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類<br/>国際調査報告書</p> |

(54)Title: METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT DEVICE

(54)発明の名称 半導体集積回路装置の製造方法

(57) Abstract

A method of manufacturing a semiconductor integrated circuit device, in which pattern on photomasks are transferred to a semiconductor wafer, and particularly techniques are employed for using control data, production condition data and inspection data in common in different production steps. A photomask is produced at a photomask production step by electron beam lithography. The same coordinate system of the pattern data used at the photomask production step are used in inspection/correction steps. The mask pattern of the photomask is transferred to the wafer by a step-and-repeat system. In this instance, the step movement is depending on the coordinate system of the pattern data. The wafer so exposed is then developed and etched to form repeats of reduced patterns on it, that is, this wafer pattern is composed of the reduced pattern produced by a step-and-repeat technique according to the coordinate system of the pattern data. The coordinate system of the pattern data is used to inspect the patterned wafers on a wafer tester. If a defect is found on a wafer, a detailed inspection of the corresponding photomask is carried out in a photomask inspection/correction step based on the results of the patterned wafer inspection step. Since the inspection result data comprises the coordinate system of the pattern data, it can be utilized as the data for the detailed inspection.



- 1 ... photomask pattern data
- 2 ... photomask production step
- 3 ... photomask inspection/correction step
- 4 ... exposure step
- 5 ... transfer step
- 6 ... patterned wafer inspection step
- 7 ... probe inspection step
- 8 ... post-step
- (1) ... photomask of each layer is used, and exposure step to patterned wafer inspection step are repeated.
- W ... wafer

(57) 要約

ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導体集積回路装置の製造方法に関し、特に、制御データや製造条件データおよび検査データ等のデータを各工程間において共通化するための技術に関する。ホトマスク製作工程でホトマスクは電子線描画装置により描画データに基づいて製作される。ホトマスク検査・修正工程でホトマスクが検査・修正される際に、ホトマスク製作工程で使用された描画データの座標系が使用される。露光工程でホトマスクのマスクパターンはウエハにステップによりステップ・アンド・リピート露光される。この際、ステップ移動は描画データの座標系に基づいて実行される。露光されたウエハは現像されエッチングされて縮小パターンが繰り返されたウエハパターンを形成される。このウエハパターンは描画データの座標系により縮小パターンをステップ・アンド・リピートされた状態になっている。パターン付きウエハ検査工程でパターン付きウエハ検査装置によりウエハパターンが検査される際に、描画データの座標系が使用される。パターン付きウエハ検査工程で欠陥が発見された場合には、その欠陥を転写するのに使用されたホトマスクに対して再精密検査がホトマスク検査・修正工程で実施される。再検査に際して、パターン付きウエハ検査工程の検査結果データが使用される。この検査結果データは描画データの座標系で構成されているため、再検査のデータとして活用できる。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード

|    |              |    |           |    |          |    |            |
|----|--------------|----|-----------|----|----------|----|------------|
| AL | アルバニア        | ES | スペイン      | LR | リベリア     | SG | シンガポール     |
| AM | アルメニア        | FI | フィンランド    | LS | レソト      | SI | スロヴェニア     |
| AU | オーストラリア      | FR | フランス      | LT | リトアニア    | SK | スロバキア共和国   |
| AZ | アゼルバイジャン     | GB | 英国        | LV | ラトヴィア    | SL | シエラレオネ     |
| BA | ボスニア・エルツェゴビナ | GE | グルジア      | MC | モナコ      | SN | セネガル       |
| BB | バルバドス        | GH | ガーナ       | MD | モルドヴァ共和国 | SZ | スワジランド     |
| BE | ベルギー         | GN | ギニア       | MG | マダガスカル   | TD | チャド        |
| BF | ブルキナ・ファソ     | GR | ギリシャ      | MK | マケドニア共和国 | TG | トーゴ        |
| BG | ブルガリア        | GU | グアム       | ML | マリ       | TJ | タジキスタン     |
| BJ | ベナン          | IE | アイルランド    | MN | モンゴル     | TM | トルクメニスタン   |
| BR | ブラジル         | IL | イスラエル     | MR | モーリタニア   | TR | トルコ        |
| BS | バハマ          | IS | アイスランド    | MX | メキシコ     | TT | トリニダード・トバゴ |
| CA | カナダ          | IT | イタリア      | NE | ニジェール    | UA | ウクライナ      |
| CC | 中央アフリカ共和国    | JP | 日本        | NL | オランダ     | UG | ウガンダ       |
| CG | コンゴ          | KE | ケニア       | NO | ノルウェー    | US | 米国         |
| CH | スイス          | KR | 韓国        | NZ | ニュージーランド | UZ | ウズベキスタン    |
| CI | コート・ジボアール    | KZ | カザフスタン    | PL | ポーランド    | VN | ベトナム       |
| CN | 中国           | LC | セントルシア    | PT | ポルトガル    | YU | ユーゴスラビア    |
| CU | キューバ         | LI | リヒテンシュタイン | RO | ルーマニア    | ZW | ジンバブエ      |
| CZ | チェコ共和国       | LK | スリランカ     | RU | ロシア連邦    |    |            |
| DE | ドイツ          |    |           | SE | スウェーデン   |    |            |
| DK | デンマーク        |    |           |    |          |    |            |
| EE | エストニア        |    |           |    |          |    |            |

## 明 細 書

## 半導体集積回路装置の製造方法

## 5 技 術 分 野

本発明は、半導体集積回路装置の製造方法、特に、ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導体集積回路装置の製造方法に関する。

## 10 背 景 技 術

半導体集積回路装置（以下、ＩＣという。）の製造方法は、１：１マスクやレチクルと呼ばれる拡大マスク等のホトマスク（以下、ホトマスクという。）に描画されたパターンが半導体ウエハ（以下、ウエハという。）にリソグラフィーやエッチングによって転写されるプロセスの繰り返しである。ホトマスクのパターンに欠陥や異物付着があると、その欠陥や異物もウエハに転写されることになるため、製品不良が連続的に発生してしまう。そこで、ＩＣの製造ラインにおいてはホトマスクの検査・修正方法が実施されている。

また、ＩＣ製造ラインの各製造工程は極微細加工であるため、ウエハへの異物付着、転写されたパターンの欠陥等は製品不良の原因になる。そこで、ＩＣ製造ラインにおいては、ウエハの上に形成された薄膜の膜厚や、パターンの寸法、およびウエハに付着した異物やパターンの外観上の欠陥等が定量的に検査されている。そして、各製造工程毎の検査によって各製造工程における不良が逸早く発見され、以降の製造工程に不良のウエハが流れるのを未然に防止することが実施されている。

さらに、ＩＣ製造ラインの最終工程においては、ウエハに多数作り込

まれた製品（ペレット）が良品であるか不良品であるかについての最終検査が実施される。すなわち、ウエハにプローブ針を接触させて製品の電気的特性検査を実施する所謂プローブ検査が実施される。つまり、製品不良は最終的にプローブ検査によって発見される。そこで、従来から

5     、プローブ検査データと各製造工程毎の検査データとの相関関係を究明することにより、製品不良の原因を解析する不良解析方法が提案されている。

なお、ホトマスクの異物検査方法を述べてある例としては、日本国特許庁公開特許公報平２－２８７２４１号、がある。この異物検査方法に

10    においては、異物検査装置によって得られた異物の座標位置データがホトマスク上の異物の座標を基準とした絶対座標に変換される。ホトマスク上の異物付着位置がそのホトマスク上の基準点にしたがって表示されるため、検出結果の比較を容易かつ正確に行うことができる。

パターン付きウエハの異物検査方法を述べてある例としては、日本国特許庁公開特許公報平３－１１２１４６号、同平４－６２８５８号、同平４－１２３４５４号、がある。

15    

日本国特許庁公開特許公報平３－１１２１４６号には、パターン付きウエハの異物検査に際しての共通座標系によるＩＣチップのアライメント方式が記載されている。

20    同平４－６２８５８号には、ウエハ上に座標基準を設けて座標系を設定する技術が記載されている。

同平４－１２３４５４号には、ウエハ上に付着した異物の位置座標データのファイル変換および座標変換を行うインターフェース手段により、ウエハ表面異物検査装置、マイクロプローブ・オージェ電子分光装置

25    およびレーザ・マイクロプローブ質量分析装置の３装置間で位置座標データを共用可能としたウエハ付着異物微粒子検査システムが記載されて

いる。

なお、半導体集積回路装置の製造方法における座標に関する技術を述べてある例としては、日本国特許庁公開特許公報平6-45428号、同平5-102260号、同平6-275688号、同平3-1028  
5 45号、同平6-66900号、同平5-114009号、同7-5062号、がある。

一般的なIC製造ラインにおけるホトマスク検査・修正装置やパターン付きウエハ検査装置および露光装置等の半導体製造装置においては、それぞれ独自の座標系を備えているため、検査方法や露光方法の実施に  
10 際して、基準となる位置の座標を各装置毎にそれぞれ測定する必要がある。

また、検査結果のデータも各検査装置毎に独自の座標系をもって出力されるため、検査結果データ相互を照合する場合には、座標系を相互に変換する必要がある。その例は次の通りである。

15 (1) パターン付きウエハの外観検査装置によって検出された欠陥の位置はチップ座標系によって特定され、パターン付きウエハの異物検査装置によって検出された異物の位置はウエハ座標系によって特定される。両者の検査結果データを照合するにはチップ座標系とウエハ座標系とを相互に変換する必要がある。

20 (2) パターン付きウエハ検査装置の検査結果データはチップ原点からの距離という物理的座標系によって出力される。これに対して、プローブ検査装置の検査結果データはX番地Y番地のビットという論理的アドレスによって出力される。両者の検査結果データを対応付けようとする場合には、物理的座標系と論理的アドレスとを相互に変換する必要がある。  
25 ある。

(3) ホトマスク検査・修正装置の検査結果データは独自のステージ

座標系によって出力される。パターン付きウエハの外観検査装置の検査結果データはチップ座標系によって出力される。両者の検査結果データを照合する場合には、ホトマスク検査・修正装置のステージ座標系をチップ座標系に変換する必要がある。

- 5       以上の説明により明らかな通り、ＩＣ製造ラインにおいては、露光装置や各種検査装置を含む各種の半導体製造装置毎に独自の座標系が使用されているため、他の半導体製造装置の製造条件ファイルのパラメータや検査結果データ等を使用したい場合には座標系の変換が必要になる。そして、従来の半導体製造装置においては各装置毎に座標変換システム
- 10      が装備されている。つまり、半導体製造装置の数だけ座標変換システムが用意されている。ちなみに、前記した公報に開示された技術は、いずれも座標変換システムに関する技術であると言える。

本発明の目的は、座標系を統一することができる半導体集積回路装置の製造方法を提供することにある。

15

## 発 明 の 開 示

- 本発明は、ホトマスク検査・修正工程およびプローブ検査工程を含む複数の半導体ウエハ処理工程において使用される各種の半導体製造装置
- 20      における製造条件データおよび／または制御データの入出力に、ホトマスク描画用データ（一般的には、電子線描画装置で実際にパターン描画する際に、電子線描画装置固有の加工用データをつくる元になる物理的パターンデータを示す。）の座標系、すなわち、物理的マスク設計パターンデータ（マスク上のパターンまたはその白黒反転パターンと同型の
- 25      パターンデータ）をチップやウエハを記述することができるよう拡張した座標系が実質的に共通の座標系として統一的に使用されることを特

徴とする。

- このことにより、各工程間での入出力データを共通に使用することができるため、半導体集積回路装置の製造方法全体としての効率を高めることができるとともに、不良解析の精度を高めることにより、半導体集積回路装置の品質および信頼性を高めることができる。
- 5

#### 図面の簡単な説明

図 1 は本発明の一実施形態である IC の製造方法の主要工程を示す工程図である。

- 10 図 2 はホトマスク製造工程で使用される電子線描画装置を示すブロック図である。

図 3 はライブラリー形式の描画データ表現法を示す模式図である。

図 4 は製造されたホトマスクを示しており、(a) は平面図、(b) は拡大部分断面図である。

- 15 図 5 (a) はホトマスク検査工程で使用されるホトマスク検査装置を示すブロック図であり、図 5 (b) は座標系変換例を示す模式図である。

図 6 (a) は欠陥の座標系を示す平面図、(b) は黒欠陥修正後を示す平面図である。

- 20 図 7 はホトマスク修正工程で使用されるホトマスク修正装置を示すブロック図である。

図 8 (a) は露光工程で使用されるステッパを示すブロック図であり、図 8 (b) はそのワークを示す拡大部分断面図である。

- 25 図 9 は位相シフトホトマスクによる超解像露光原理を説明するための模式図である。

図 10 は転写工程を経たパターン付きウエハを示す模式図である。

図 1 1 はパターン付きウエハ検査工程で使用されるパターン付きウエハ検査装置を示すブロック図である。

図 1 2 はプローブ検査工程で使用されるウエハプローバを示すブロック図である。

5

発明を実施するための最良の形態

本発明をより詳細に説明するために以下添付図面に従ってこれを説明する。

説明を理解し易くするため、ホールパターン（以下、原則としてパターンという。）がアウトリガ型位相シフトマスク（以下、原則としてホトマスクという。）によってウエハに転写される場合を一例にして説明する。

本実施形態に係る半導体集積回路装置の製造方法は図 1 に示されている工程を備えている。以下、各工程について順次説明して行く。

15      ホトマスク製作工程 2 は、回路設計データが記述したパターンをマスクブランクに電子線描画装置を使用して描画し、リソグラフィー処理およびエッチング処理を経てホトマスクを製作する工程である。

図 2 に示されているように、電子線描画装置 1 0 は、ワークであるマスクブランクを保持するステージ 1 1、マスクブランクに電子ビームを照射する電子光学系 1 2、ステージ 1 1 を制御するステージ制御部 1 3、電子光学系 1 2 を制御する電子光学系制御部 1 4、ステージ制御部 1 3 や電子光学系制御部 1 4 にデータを転送するデータ転送制御システム 1 5、データプロセッシングシステム 1 6 および描画コントロールシステム 1 7 を備えている。

25      一般に、大規模な IC が設計される場合には階層設計（h i e r a r c h i c a l   d e s i g n）と呼ばれる設計手法が使用される。階層



設計は、システム設計、機能設計、詳細論理設計（ゲートレベル設計）、回路設計、レイアウト設計、パターン設計を備えており、パターン設計データに基づいてホトマスクが作成される。電子線描画装置によるホトマスクの製作に際して、回路設計データに基づいてホトマスク描画用データ（以下、描画データという。）1が作成される。描画データ1の効率的処理方法には、ライブラリー方式とビットマップ方式がある。何れの方式も、セルデータ名、スタート位置、繰り返し範囲、繰り返し数で表現する方法である。スタート位置、繰り返し範囲は座標系によって表現されるため、描画データ1は座標系を備えることになる。図3はライブラリー形式の描画データ表現方法を一例として示している。

電子線描画装置10によるパターンの描画方法を説明する。

予め、ワークであるマスクブランク（図示せず）が製作される。マスクブランクは略正方形の平板形状に形成された石英ガラスの一主面にクロム被膜が蒸着法等によって被着され、クロム被膜の上に電子線によって感光されるレジストが塗布されて構成されている。

ワークであるマスクブランクがステージ11に保持されると、データプロセッシングシステム16および描画コントロールシステム17からの描画データがデータ転送制御システム15を経由してステージ制御部13および電子光学系制御部14に転送される。ステージ11および電子光学系12はステージ制御部13および電子光学系制御部14の制御に従って電子ビームをマスクブランクのレジストに照射させる。この際、電子ビームは描画データの座標系を基準としてマスクブランクに相対的に二次元移動される。電子ビームが照射されたレジストは感光するため、マスクブランクには描画データによって指定されたパターンが描画された状態になる。電子ビームは描画データの座標系を基準としてマスクブランクに相対的に二次元移動されるため、描画されたパターンの座

標系は描画データの座標系に対応した状態になっている。

以上のようにしてレジストを感光されたマスクブランクはリソグラフィー処理によってパターンを現像された後に、クロム被膜をレジストパターンをマスクとしてエッチングされてパターンを形成される。

5 図4はホトマスク製作工程で製作されたホトマスクを示している。

ホトマスク20は透明な基板としての石英ガラス21を備えており、石英ガラス21の第1主面（以下、下面という。）にクロム被膜22によってパターン（以下、マスクパターンという。）23が形成されている。本実施形態において、マスクパターン23はホールパターンを構成している。マスクパターン23は第1チップを転写するためのエリア（以下、第1エリアという。）24と、第2チップを転写するためのエリア（以下、第2エリアという。）25と、座標原点（以下、原点という。）Oを示すターゲットパターン26と、座標のX軸X（以下、X軸という。）を示すターゲットパターン27と、座標のY軸Y（以下、Y軸という。）を示すターゲットパターン28とを備えている。ホトマスク20は描画データによって製造されたものであるから、原点O、X軸およびY軸によって構成される座標系29は描画データの座標系に対応している。なお、原点Oはホトマスク20の中心に設定される場合もあるが、本実施形態においては、マイナスの表示をさける便宜上、原点Oは  
10  
15  
20 ホトマスク20の左隅に設定されているものとする。

本実施形態において、ホトマスク20はアウトリガ型位相シフトホトマスクとして構成されている。すなわち、クロム被膜22によって形成されたマスクパターン23における指定された場所（描画データに位相情報がシンボリック・レイアウトされた場所）にはシフタ30がそれぞれ形成されている。シフタ30は石英ガラス等の露光光線を透過させ得る透明体によって形成されており、シフタ30を透過する露光光線の位  
25

相をシフトさせる。位相シフトホトマスクは露光装置の解像特性や焦点深度を向上させるために使用される。位相シフトホトマスクの位相シフト部分の欠陥は転写特性が良く、ウエハ上の寸法で $0.3\mu\text{m}$ デザインルールデバイスで、 $0.079\mu\text{m}$ の欠陥検出が必要になる。

- 5       なお、ホトマスク20にはマスクパターン28に異物が付着するのを防止するためのベリクルと呼ばれる保護膜が取り付けられるが、便宜上説明および図示を省略する。

- ホトマスク検査・修正工程3は、ホトマスク製作工程2で製作されたホトマスクのマスクパターンを検査するとともに、万一、マスクパター  
10       ン中に欠陥が検出された場合にはその欠陥を修正する工程である。ここでは、検査の中で最も重要であり高度の技術を必要とし、検査コストの中でも多くの比重を占める形状欠陥検査を例として述べる。

- 図5(a)はマスクパターンとパターンデータとを比較する方式の形状欠陥検査装置(以下、ホトマスク検査装置という。)を示している。  
15       このホトマスク検査装置40は被検査物であるホトマスク20を保持するステージ41、ステージ41を制御するステージ制御部42、ステージ41上のホトマスク20を照明する照明光学系43、マスクパターンを認識するための画像認識系44、データ処理部45、データ比較部46、装置内部座標系記憶部47、描画データ記憶部48からの描画データの座標系を装置内部座標系記憶部47の座標系に変換する座標系変換部49とを備えている。画像認識系44はラインセンサ等のイメージセンサと、その出力信号を処理する処理回路とから構成されている。装置内部座標系記憶部47は設計データの座標系を画像認識系44で使  
20       用される座標系に合わせるために、ホトマスク検査装置40に専用的に予め設定された座標系を記憶している。座標系変換部49は描画データ記憶部48から描画データを読み出すとともに、装置内部座標系記憶部47

からの装置内部座標系を使用して、画像認識系 4 4 の画像データと比較可能なデータの座標系に変換する。

描画データ記憶部 4 8 はホトマスク製作工程 2 において使用された描画データを各ホトマスク 2 0 毎に記憶している。描画データ記憶部 4 8  
5 は磁気ディスクや磁気テープ等の記憶媒体によって構成することができるが、ホストコンピュータの記憶部によって構成することもできる。すなわち、ホストコンピュータに記憶された描画データを端末装置によって通信回線を介して読み出すように構築することができる。さらに、描画データ記憶部 4 8 はプリントアウト紙やバーコード紙等のハード媒体  
10 によって構成してもよい。これは、他の工程における描画データ記憶部においても同様である。

ホトマスク検査装置 4 0 による形状欠陥の検査方法を説明する。

これから検査するホトマスク 2 0 がステージ 4 1 に保持されると、座標系変換部 4 9 はこれから検査するホトマスク 2 0 の製作に使用された描画データを描画データ記憶部 4 8 から読み出すとともに、装置内部座  
15 標系記憶部 4 7 から装置内部座標系を読み出す。そして、座標系変換部 4 9 は装置内部座標系記憶部 4 7 からの装置内部座標系を使用して、読み出した描画データを画像認識系 4 4 の画像データと比較可能なデータの座標系に変換する。座標系変換部 4 9 は座標系を変換した描画データをデータ処理部 4 5 に送信する。データ処理部 4 5 はデータ比較部 4 6  
20 に座標系を変換された描画データを比較検査に必要な一方の比較データとして転送する。

例えば、図 5 (b) に示されているように、装置内部座標系での座標データを  $(X_i, Y_i)$ 、描画データ座標系での座標データを  $(X_k, Y_k)$ 、 $(X_i, Y_i)$  に対する  $(X_k, Y_k)$  の原点オフセットを  $(a, b)$ 、両座標系の回転角を  $\theta$  とすると、その変換式は次の式によ  
25

て表される。

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_k + a \\ Y_k + b \end{pmatrix}$$

他方、ホトマスク 20 を保持したステージ 41 はステージ制御部 42  
 5 によって二次元移動される。同時に、ホトマスク 20 は照明光学系 43  
 によって照明される。この操作に伴って、ホトマスク 20 のマスクパタ  
 ーン 23 は画像認識系 44 によって認識される。画像認識系 44 による  
 マスクパターン 23 の認識データは、比較検査に必要な他方の比較デー  
 タとしてデータ比較部 46 に入力される。

10 データ比較部 46 はデータ処理部 45 からの描画データとの画像認識  
 系 44 からのマスクパターン 23 と同一箇所を照合しながら比較する。  
 描画データとマスクパターン 23 とは同一であるはずであるため、両者  
 の同一箇所の信号が一致している場合には「良」と判定され、不一致で  
 ある場合には「欠陥」と判定される。欠陥が検出された場合には、デー  
 15 タ比較部 46 は欠陥位置の座標値および欠陥の内容（例えば、黒欠陥や  
 白欠陥）による欠陥データをデータ処理部 45 に送信する。データ処理  
 部 45 はその欠陥データを含む検査結果データ（以下、欠陥データとい  
 う。）を座標系変換部 49 に転送する。

座標系変換部 49 は転送されて来た欠陥データを元の描画データに、  
 20 装置内部座標系記憶部 47 からの装置内部座標系を使用して変換する。  
 座標系変換部 49 は座標系を元の描画データの座標系に変換した状態で  
 欠陥データを出力する。すなわち、欠陥データの座標値は描画データの  
 座標系によって特定されている。

例えば、図 6 (a) に示されているように、ホトマスク 20 に黒欠陥  
 25 31 および白欠陥 32 が有ると仮定すると、その黒欠陥 31 の座標値お  
 よび白欠陥 32 の座標値は図 4 に示されているホトマスク 20 の座標系

29によって特定されている。

5       なお、ホトマスク検査装置40において、ステージ制御部42や照明光学系43、画像認識系44が描画データの座標系29によって制御し得るように構築されている場合には、装置内部座標系記憶部47および座標系変換部49は省略することができる。換言すれば、ホトマスク検査装置40は描画データの座標系29によって制御されるように構成することが望ましい。

次に、ホトマスク修正工程を黒欠陥31の修正について説明する。

10       図7はレーザマスクリペア装置（以下、ホトマスク修正装置という。）を示している。このホトマスク修正装置50はワークであるホトマスク20を保持するステージ51、ステージ51を制御するステージ制御部52、ステージ51上のホトマスク20にレーザを照射するレーザ光学系53、マスクパターン23を認識するための画像認識系54、データ処理部55、ホトマスク検査装置40の欠陥データを通信回線等を介して呼び出して記憶する欠陥データ記憶部56、装置内部座標系記憶部57、描画データ記憶部48、欠陥データ記憶部56の欠陥データを装置内部座標系記憶部57の座標系に変換する座標系変換部59とを備えている。装置内部座標系記憶部57は設計データの座標系をステージ制御部52、レーザ光学系53および画像認識系54で使用する座標系に合わせるために、ホトマスク修正装置50に専用的に予め設定された座標系を記憶している。座標系変換部59は描画データの座標系によって特定された欠陥データをステージ制御部52、レーザ光学系53および画像認識系54で使用可能なデータの座標系に、装置内部座標系記憶部57からの装置内部座標系を使用して変換する。

25       次に作用を説明する。

ホトマスク検査装置40によって黒欠陥31を検出されたホトマスク

20 がこれから修正するワークとしてステージ 51 に保持されると、座標系変換部 59 はこれから修正するホトマスク 20 の欠陥データを欠陥データ記憶部 56 から読み出す。座標系変換部 59 は装置内部座標系記憶部 57 からの装置内部座標系と描画データ記憶部 48 からの描画データ 1 の座標系とを使用して、読み出した欠陥データをステージ制御部 52、レーザ光学系 53 および画像認識系 54 で使用可能なデータの座標系に変換する。座標系変換部 59 は座標系を変換した欠陥データをデータ処理部 55 に送信する。データ処理部 55 は欠陥データに基づいて制御信号を作成しステージ制御部 52、レーザ光学系 53 および画像認識系 54 に送信する。

ステージ制御部 52 によってステージ 51 が操作されて、図 6 (a) に示されている黒欠陥 31 がレーザ光学系 53 の照射スポットに位置されると、レーザ光学系 53 からレーザが照射されて黒欠陥 31 が図 6 (b) に示されているように焼却される。ちなみに、説明は省略するが、白欠陥は FIB (Focused Ion Beam) 修正装置によって修正することができる。

なお、ホトマスク修正装置 50 において、ステージ制御部 52 やレーザ光学系 53、画像認識系 54 が描画データ 1 の座標系によって制御し得るように構築されている場合には、装置内部座標系記憶部 57 および座標系変換部 59 は省略することができる。換言すれば、ホトマスク修正装置 50 は描画データの座標系によって制御されるように構成することが望ましい。

また、ホトマスク検査・修正工程は省略されることがある。

露光工程 4 は以上のようにして製造かつ検査されたホトマスクのマスクパターンがウエハに露光装置によって感光される工程である。

レチクルと呼ばれる拡大ホトマスクによって露光工程 4 が実施される

場合には、縮小投影露光装置（以下、ステッパという。）が使用され、ホトマスクはウエハに対して相対的に二次元走査される。ホトマスクを二次元走査する必要上、ステッパは座標系を備えることになり、この座標系はホトマスクの座標系に一致させることが望ましい。そこで、本実施形態においては、ステッパの座標系として描画データの座標系を使用する。以下、露光工程を図 8 に示されているステッパが使用される場合について説明する。

図 8（a）に示されているように、ステッパ 60 は、ワークとしてのウエハを保持するステージ 61、露光光線を照射する露光光学系 62、ステージ 11 を制御するステージ制御部 63、露光光学系 62 を制御する露光光学系制御部 64、ステージ制御部 63 および露光光学系制御部 64 に制御信号を転送する転送システム 65、制御信号プロセッシングシステム 66 および描画データ記憶部 67 を備えている。

ホールパターンがウエハに転写される場合には、図 8（b）に示されているように、ウエハ 70 の絶縁膜 71 の上に露光光線によって感光されるレジストを塗布されてレジスト膜 72 が予め被着される。

レジスト膜 72 を被着されたウエハ 70 がワークとしてステージ 61 に保持されると、制御信号プロセッシングシステム 66 からの制御信号が転送システム 65 を経由してステージ制御部 63 および露光光学系制御部 64 に転送される。ステージ 61 はステージ制御部 63 の制御に従ってステップ移動される。露光光学系 62 はステップ移動に対応して順次リピート露光して行く。露光光線が照射されたレジスト膜 72 は感光するため、ウエハ 70 にはホトマスク 20 のマスクパターン 23 が縮小して投影されるとともに、略全体に渡ってステップ・アンド・リピート露光された状態になる。

ウエハ 70 にマスクパターン 23 が縮小投影されながらステップ・ア



ンド・リピート露光される際に、ステージ 6 1 は描画データ 1 の座標系を基準としてステップ移動される。すなわち、制御信号プロセッシングシステム 6 6 は描画データ記憶部 6 7 から描画データ 1 を読み出すとともに、描画データ 1 の座標系に基づいてステージ 6 1 のステップ移動に必要な制御信号を作成する。例えば、今度のショットの座標系における X 軸が先のショットの描画データ 1 の座標系における X 軸に一致される。したがって、ステップ・アンド・リピート露光されてウエハに形成されたパターンの座標系は、描画データ 1 の座標系に対応した状態になっている。

10 図 9 は位相シフトマスクによる超解像露光原理を示している。

図 9 (a) に示されているホトマスク 2 0 のシフタ 3 0 は、図 9 (b) に示されているように隣接開口部に 1 8 0 度の位相差を与えるため、図 9 (c) に示されているように、レジスト膜に対する露光強度はマスクパターン 2 3 の隣接開口部に対応する位置において鋭く立ち上がる状態になる。したがって、超微細のマスクパターン 2 3 であってもレジスト膜に解像度よく転写させることができる。

15 転写工程 5 は、露光工程でマスクパターンをステップ・アンド・リピート露光されたレジスト膜がリソグラフィー処理によって現像された後に、現像後のレジストパターンをマスクとして絶縁膜が選択的にエッチング処理によってエッチングされることより、縮小されたマスクパターンが繰り返した状態でウエハに転写される工程である。

図 1 0 は転写工程 5 を経たパターン付きウエハ 7 4 を示している。

25 パターン付きウエハ 7 4 は露光工程 4 および転写工程 5 によって形成されたパターン（以下、ウエハパターンという。）7 5 を備えている。ウエハパターン 7 5 はマスクパターン 2 3 がワン・ショット毎に縮小投影されたパターン（以下、縮小パターンという。）7 6 が多数、縦横に

規則的に整列されて 成されている。本実施形態において、縮小パターン 7 6 はホールパターンを構成しており、ホールパターンは絶縁膜 7 1 に形成されている。

縮小パターン 7 6 はマスクパターン 2 3 が縮小されたパターンであるから、マスクパターン 2 3 の座標系 2 9 に対応する座標系（以下、ウエハ座標系という。）7 9 を備えている。但し、座標値は縮小率に従って規則的に縮小している。すなわち、ウエハパターン 7 5 は縮小パターン 7 6 群の並び方によって規定されるウエハ座標系 7 9 を備えている。ウエハ座標系 7 9 は座標原点（以下、ウエハ原点という。） $O_w$ と、座標の X 軸（以下、ウエハ X 軸という。） $X_w$ と、座標の Y 軸（以下、ウエハ Y 軸という。） $Y_w$ とから構成されている。前述した通り、パターン付きウエハ 7 4 は描画データ 1 に基づいてステップ・アンド・リピート露光されて製造されたものであるから、ウエハ原点  $O_w$ 、ウエハ X 軸  $X_w$  およびウエハ Y 軸  $Y_w$  によって構成されるウエハ座標系 7 9 は描画データ 1 の座標系に対応している。なお、ウエハ原点  $O_w$  はパターン付きウエハ 7 4 の中心に設定される場合もあるが、本実施形態においては、マイナスの表示を避ける便宜上、ウエハ原点  $O_w$  はウエハパターン 7 5 の左隅に設定されているものとする。

また、ウエハパターン 7 5 はショットマトリクス 7 7 を備えており、ショットマトリクス 7 7 はショット単位毎の行番号  $C_s$  と列番号  $R_s$  を備えている。ショットマトリクス 7 7 はショット座標系 7 8 を備えており、ショット座標系 7 8 はショット原点  $O_s$ 、ショット X 軸  $X_s$ 、ショット Y 軸  $Y_s$  を備えている。

パターン付きウエハ検査工程 6 は、パターン付きウエハのウエハパターンを検査する工程である。ここでは、画像比較によって欠陥を検出する方式のパターン付きウエハ検査を例として述べる。

図 1 1 は画像比較によってウェハパターンの欠陥を検出する方式のパターン付きウェハ検査装置 8 0 を示している。パターン付きウェハ検査装置 8 0 は、被検査物であるパターン付きウェハ 7 4 を保持するステージ 8 1、ステージ 8 1 を制御するステージ制御部 8 2、ステージ 8 1 の  
5 上のパターン付きウェハ 7 4 に検査光線を照射する照射光学系 8 3、パターン付きウェハ 7 4 からの反射光を検出する検出光学系 8 4、検出光学系 8 4 の検出信号を処理して一对の信号を発生するデータ処理部 8 5、データ処理部 8 5 からの一对の信号を比較して欠陥を検出するデータ比較部 8 6、装置内部座標系記憶部 8 7、描画データ記憶部 8 8 からの  
10 描画データ 1 の座標系を装置内部座標系記憶部 8 7 の座標系に変換する座標系変換部 8 9 とを備えている。

パターン付きウェハ検査装置 8 0 による検査方法を説明する。

これから検査するパターン付きウェハ 7 4 がステージ 8 1 に保持されると、座標系変換部 8 9 はこれから検査するパターン付きウェハ 7 4 の  
15 製造に使用されたホトマスク 2 0 の描画データ 1 を描画データ記憶部 8 8 から読み出す。座標系変換部 8 9 は装置内部座標系記憶部 8 7 からの装置内部座標系を使用して、読み出した描画データ 1 を画像比較検査に使用可能な座標系のデータに変換する。

例えば、装置内部座標系での座標データを ( $X_m$ 、 $Y_m$ )、描画データ座標系での座標データを ( $X_k$ 、 $Y_k$ )、ショットの X 方向の繰り返しピッチを ( $P_x$ )、ショットの Y 方向の繰り返しピッチを ( $P_y$ ) と  
20 すると、その変換式は次の式によって表される。

$$X_k = C_s \times P_x + X_m$$

$$Y_k = R_s \times P_y + Y_m$$

25 座標系変換部 8 9 は座標系を変換した描画データ 1 をステージ制御部 8 2、照射光学系 8 3、データ処理部 8 5 およびデータ比較部 8 6 に送

信する。入力された描画データ 1 に基づいて、ステージ制御部 8 2 はステージ 8 1 を走査し、照射光学系 8 3 は検査光線を走査する。

検査光の照射に伴ってパターン付きウエハ 7 4 からの反射光は検出光学系 8 4 に時系列的に検出される。検出光学系 8 4 は検出した反射光の強度に対応した電気信号を発生し、検出信号としてデータ処理部 8 5 に  
5 入力させる。データ処理部 8 5 は座標系変換部 8 9 からの描画データ 1 に基づいて比較対象となる一対の信号を発生し、データ比較部 8 6 に入力させる。データ処理部 8 5 は検出光学系 8 4 から現在入力されて来る信号を例えば、1 チップ分そのまま出力するとともに、1 チップ分だけ  
10 遅延させた遅延信号を出力する。ちなみに、1 チップ分等の比較対象になるエリアは、座標系変換部 8 9 からの描画データ 1 によって特定することができる。

データ比較部 8 6 はデータ処理部 8 5 からの現在の信号と遅延信号とを比較し、一致の場合には「良」と判定し、不一致の場合には「欠陥」と判定する。例えば、図 4 に示されている第 1 エリア 2 4 と第 2 エリア  
15 2 5 とは同一であると仮定すると、第 1 エリア 2 4 に対応する遅延信号と、第 2 エリア 2 5 を検出している現在の検出信号とは一致することになるため、両者が一致しない場合にはいずれか一方が欠陥である。そして、第 1 エリア 2 4 に対応する遅延信号は先に「良」と判定されている  
20 ため、現在の検出信号の方の第 2 エリア 2 5 が「欠陥」と判定される。欠陥が検出された場合には、データ比較部 8 6 は欠陥の座標値および欠陥の内容（例えば、黒欠陥や白欠陥）による欠陥データを出力する。この際、データ比較部 8 6 は座標系変換部 8 9 からの描画データ 1 の座標系を使用して、描画データ 1 の座標系に変換した状態で欠陥データを出力する。  
25 すなわち、欠陥データの座標値は描画データの座標系によって特定されている。

パターン付きウエハ検査装置 8 0 において、ステージ制御部 8 2、照射光学系 8 3 およびデータ処理部 8 5 が描画データの座標系によって制御し得るように構築されている場合には、装置内部座標系記憶部 8 7 および座標系変換部 8 9 は省略することができる。換言すれば、パターン付きウエハ検査装置 8 0 は描画データ 1 の座標系によって制御されるように構成することが望ましい。

ところで、一般的なホトマスク検査装置によって位相シフトマスクを完璧に検査することは、次のような理由で不可能である。一般に、ホトマスク検査装置の検査波長は位相シフトマスクの露光波長よりも長いため、シフトの透過率が高くなる。したがって、クロムパターンと比べて測定される光強度振幅が小さくなり、信号の S/N 比が低下する。シフトは位相構造物であるため、照明条件によっては結像特性が大きく影響を受ける。ダイ・トゥ・データベース比較方式のホトマスク検査装置においては、もともとアナログ情報である検出信号とデジタル情報であるパターン設計データとの比較であるため、クロムパターンの検査アルゴリズムをシフトにそのまま適用することができない。

一方、位相シフトマスクの位相異常による欠陥は、パターン付きウエハにおける段差やプロセス条件の厳しい場所で転写不良として検出される可能性が高いことが究明された。つまり、位相シフトマスクの位相異常による欠陥は、パターン付きウエハ検査工程 6 においてウエハパターン 7 5 の欠陥として検出することができる。

そこで、本実施形態においては、パターン付きウエハ検査装置 8 0 によってウエハパターン 7 5 の欠陥が検出された場合には、その欠陥が検出されたウエハパターン 7 5 の転写に使用したホトマスク 2 0 についての再精密検査がホトマスク検査・修正工程 8 において実施される。

このホトマスク 2 0 の再精密検査に際しては、パターン付きウエハ検

査装置 8 0 の検査結果データがホトマスク検査・修正工程 3 に転送される。本実施形態においては、パターン付きウエハ検査装置 8 0 の検査結果データの座標値は描画データ 1 の座標系によって特定されているため、ホトマスク検査・修正工程 3 において検査結果データを直接使用することが  
5 ことができる。すなわち、パターン付きウエハ検査装置 8 0 の検査結果データは図 5 に示されているホトマスク検査装置 4 0 の描画データ記憶部 4 8 を経由して座標系変換部 4 9 に入力させることにより、共通して使用することができる。

再精密検査の対象になったホトマスク 2 0 に対する検査に際して、図  
10 5 に示されているホトマスク検査装置 4 0 はパターン付きウエハ検査装置 8 0 から転送されて来た検査結果データが指摘する欠陥の座標値に対応するマスクパターン 2 3 の位置に欠陥が有るか無いかを検査する。マスクパターン 2 3 に欠陥が無い場合には、パターン付きウエハ検査装置 8 0 から転送されて来た検査結果データが指摘する欠陥の座標値に対応  
15 する描画データ 1 の座標位置に位相情報のシンボルが付いているか否かを調査する。位相情報のシンボルが付いている場合には、ホトマスク検査装置 4 0 は照明光学系 4 3 の照明光の波長を変更したり、画像認識系 4 4 の閾値を変更したりすることにより、シフタ 3 0 を精密検査する。このシフタ 3 0 についての精密検査によってシフタ 3 0 に異常が検出さ  
20 れた場合には、再精密検査されたホトマスク 2 0 はホトマスク修正工程に送られる。ホトマスク修正工程において、ホトマスク 2 0 は異常を指摘されたシフタ 3 0 を修正される。

図 1 に示されているように、パターン付きウエハ検査工程 6 において  
「良」と判定されたパターン付きウエハ 7 4 は、以降、各層のホトマスク  
25 クが使用されて露光工程 4 ～パターン付きウエハ検査工程 6 が繰り返される。この間には薄膜形成工程や不純物注入工程が含まれることがある

。全てのウエハ・プロセス工程が終了すると、図 1 に示されているように、完成したパターン付きウエハ（以下、完成ウエハという。）はプローブ検査工程 7 に送られる。

5      プローブ検査工程 7 は完成ウエハの電気的特性をチップ毎に検査する工程である。

図 1 2 はプローブ検査を実施するウエハプローバを示している。ウエハプローバ 9 0 は完成ウエハ 1 0 0 を保持するステージ 9 1、ステージ 9 1 を制御するステージ制御部 9 2、ステージ 9 1 に保持された完成ウエハ 1 0 0 のチップにおける電極群にプローブ針 9 3 群を接触させるブ  
10      ープカード 9 4、プローブカード 9 4 を介してチップと交信し不良（以下、フエイルビットという。）を検出するデータ処理部 9 5、データ処理部 9 5 からの検出信号に基づいて検出したフエイルビットの位置を論理アドレスによって特定する位置特定部 9 6、装置内部座標系記憶部 9 7、描画データ記憶部 9 8 からの描画データ 1 の座標系を装置内部座  
15      標系記憶部 9 7 の座標系に変換する座標系変換部 9 9 とを備えている。

ウエハプローバ 9 0 によるプローブ検査方法を説明する。

プローブ針 9 3 群がチップの電極群に接触されると、データ処理部 9 5 はチップとテスト信号を交わして電気的特性を検査し、その検査結果  
20      を位置特定部 9 6 に入力させる。フエイルビットが検出された場合には、位置特定部 9 6 は装置内部座標系記憶部 9 7 からの論理アドレス座標系に基づいてフエイルビットの位置を論理アドレス座標系によって特定し、その結果を座標系変換部 9 9 に入力させる。

他方、座標系変換部 9 9 はこれから検査するチップの製作に使用され  
25      た描画データ 1 の座標系を描画データ記憶部 9 8 から読み出すとともに、装置内部座標系記憶部 9 7 から論理アドレス座標系を読み出す。座標

系変換部 99 は描画データ 1 の座標系と論理アドレス座標系とを照合することにより、位置特定部 96 からの論理アドレス座標系によって表現された検査結果データを描画データ座標系に変換する。座標系変換部 99 はこの描画データ座標系によって表現された検査結果データをプローブ検査結果データとして出力する。

一般に、マスクパターンの欠陥は最終的には電気的特性不良として検出される。つまり、マスクパターンの欠陥はプローブ検査工程においてフェイルビットとして検出される。これは、一般的なホトマスク検査装置によって検査不可能な位相シフトマスクのシフトの欠陥についても同様である。

そこで、本実施形態においては、ウエハプローバ 90 によってフェイルビットが検出された場合には、そのフェイルビットが検出されたウエハパターンの転写に使用したホトマスク 20 についての再精密検査がホトマスク検査・修正工程 3 において実施される。

このホトマスク 20 の再精密検査に際しては、ウエハプローバ 90 のプローブ検査結果データがホトマスク検査・修正工程 3 に転送される。本実施形態においては、ウエハプローバ 90 のプローブ検査結果データの座標値は描画データ 1 の座標系によって特定されているため、ホトマスク検査・修正工程 3 においてプローブ検査結果データを直接使用することができる。すなわち、ウエハプローバ 90 のプローブ検査結果データは図 5 に示されているホトマスク検査装置 40 の描画データ記憶部 48 を経由して座標系変換部 49 に入力させることにより、共通して使用することができる。

再精密検査の対象になったホトマスク 20 に対する検査に際して、図 5 に示されているホトマスク検査装置 40 はウエハプローバ 90 から転送されて来たプローブ検査結果データが指摘するフェイルビットの座標



値に対応するマスクパターン 23 の位置に欠陥が有るか無いかを検査する。マスクパターン 23 に欠陥が無い場合にはウエハプローバ 90 から転送されて来たプローブ検査結果データが指摘するフエイルビットの座標値に対応する描画データ 1 の座標位置に位相情報のシンボルが付いているか否かを調査する。位相情報のシンボルが付いている場合には、ホ  
5 トマスク検査装置 40 は照明光学系 43 の照明光の波長を変更したり、画像認識系 44 の閾値を変更したりすることにより、シフト 30 を精密検査する。このシフト 30 についての精密検査によってシフト 30 に異常が検出された場合には、再精密検査されたホトマスク 20 はホトマスク  
10 ク修正工程に送られる。ホトマスク修正工程において、ホトマスク 20 は異常を指摘されたシフト 30 を修正される。

図 1 に示されているように、プローブ検査工程 7 を経た完成ウエハは、半導体集積回路装置の製造工程における所謂後工程 8 に送られる。

以上説明したように、本発明によれば次のような効果が得られる。

- 15 (1) 各半導体製造装置間での座標変換が不要になって入出力データの共通化が図れるため、半導体集積回路装置の生産効率を向上させることができ、半導体集積回路装置の生産工程中における不良解析を容易に実行することにより、半導体集積回路装置の品質および信頼性を高めることができる。
- 20 (2) 各半導体製造装置間での座標変換装置が不要になるため、各半導体製造装置の価格を低下させることができる。
- (3) 各半導体製造装置を接続する通信回線等を経由して制御データ等の必要データを描画データの座標系によって統一的に入出力することにより、各半導体製造装置によるプロセスの作業効率を高めることができる。  
25
- (4) 描画データの座標系を使用することにより、ホトマスク検査工

5 程の検査結果データとパターン付きウエハ検査工程の検査結果データとを対応させることができるとともに、パターン付きウエハ検査工程の検査結果データをホトマスク修正工程に活用することができるため、ホトマスク検査が困難な位相シフトマスクを精度良く修正させることができる。

10 (5) 描画データの座標系を使用することにより、プローブ検査工程の検査結果データのフエイルビットをホトマスクの現実の位置に対応させることができるため、ホトマスクの修正を容易に実行させることができるとともに、回路設計データの不良解析を容易に実行させることができる。

#### 産業上の利用可能性

15 以上のように、本発明に係る半導体集積回路装置の製造方法は、所望のパターンをウエハに転写する工程において優れた効果を発揮するため、半導体集積回路装置の製造方法の全般に広く利用することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ホトマスク検査・修正工程およびブローブ検査工程を含む複数の半  
導体ウエハ処理工程において使用される各種の半導体製造装置における  
5 製造条件データおよび／または制御データの入出力に、ホトマスク描画  
用データの座標系が実質的に共通の座標系として統一的に使用されるこ  
とを特徴とする半導体集積回路装置の製造方法。
2. 前記半導体製造装置のそれぞれにおいて制御データの入出力に固有  
の制御座標系が、前記共通の座標系とは別に使用されることを特徴とす  
10 る請求の範囲第1項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
3. 前記共通の座標系は前記半導体製造装置群のうち複数の半導体製造  
装置に使用されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の半導体集積  
回路装置の製造方法。
4. ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導  
15 体集積回路装置の製造方法は、以下の工程を備えている、  
(a) ホトマスク描画用データの座標系が使用されて前記ホトマスク  
に前記パターンが描画されるホトマスク製作工程、  
(b) 前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが前記ホトマ  
スク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正される  
20 ホトマスク検査・修正工程。
5. 前記ホトマスクが位相シフトマスクであることを特徴とする請求の  
範囲第4項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
6. ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導  
体集積回路装置の製造方法は、以下の工程を備えている、  
25 (a) ホトマスク描画用データの座標系が使用されて前記ホトマスク  
に前記パターンが描画されるホトマスク製作工程、

- (b) 前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが使用されて半導体ウエハに前記パターンが露光装置によって感光される際に、前記ホトマスク描画用データの座標系が使用される露光工程。
7. 前記ホトマスクが位相シフトマスクであることを特徴とする請求の  
5 範囲第6項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
8. 前記露光工程以前にホトマスク検査・修正工程において、前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正されることを特徴とする請求の範囲第6項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
- 10 9. ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導体集積回路装置の製造方法は、以下の工程を備えている、
- (a) ホトマスク描画用データの座標系が使用されて前記ホトマスクに前記パターンが描画されるホトマスク製作工程、
- (b) 前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが使用されて  
15 半導体ウエハに前記パターンが露光装置によって感光される際に、前記ホトマスク描画用データの座標系が使用される露光工程、
- (c) 前記露光工程で感光されたパターンがリソグラフィー処理およびエッチング処理によって前記半導体ウエハに転写される転写工程、
- (d) 前記転写工程で前記パターンを転写されたパターン付きウエハ  
20 が、前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して前記転写されたパターンを検査されるパターン付きウエハ検査工程。
10. 前記露光工程以前にホトマスク検査・修正工程において、前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正されることを特徴とする請求の範囲第9項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
- 25 11. 前記ホトマスクが位相シフトマスクであることを特徴とする請求

の範囲第 9 項記載の半導体集積回路装置の製造方法。

1 2. ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導体集積回路装置の製造方法は、以下の工程を備えている、

5 (a) ホトマスク描画用データの座標系が使用されて前記ホトマスクに前記パターンが描画されるホトマスク製作工程、

(b) 前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが使用されて半導体ウエハに前記パターンが露光装置によって感光される際に、前記ホトマスク描画用データの座標系が使用される露光工程、

10 (c) 前記露光工程で感光されたパターンがリソグラフィー処理およびエッチング処理によって前記半導体ウエハに転写される転写工程、

(d) 前記転写工程で前記パターンを転写されたパターン付きウエハが、前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して前記転写されたパターンを検査されるパターン付きウエハ検査工程、

15 (e) 前記パターン付きウエハ検査工程において欠陥が発見されたパターンを転写した前記ホトマスクが、前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正されるホトマスク検査・修正工程。

20 1 3. 前記露光工程以前にホトマスク検査・修正工程において、前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正されることを特徴とする請求の範囲第 1 2 項記載の半導体集積回路装置の製造方法。

1 4. 前記ホトマスクが位相シフトマスクであることを特徴とする請求の範囲第 1 2 項記載の半導体集積回路装置の製造方法。

25 1 5. ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導体集積回路装置の製造方法は、以下の工程を備えている、

(a) ホトマスク描画用データの座標系が使用されて前記ホトマスク

- に前記パターンが描画されるホトマスク製作工程、
- (b) 前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが使用されて半導体ウエハに前記パターンが露光装置によって感光される際に、前記ホトマスク描画用データの座標系が使用される露光工程、
- 5 (c) 前記露光工程で感光されたパターンがリソグラフィー処理およびエッチング処理によって前記半導体ウエハに転写される転写工程、
- (d) 前記転写工程で前記パターンを転写されたパターン付きウエハが、前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して前記転写されたパターンをプローブ検査されるプローブ検査工程。
- 10 16. 前記露光工程以前にホトマスク検査・修正工程において、前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正されることを特徴とする請求の範囲第15項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
- 15 17. 前記ホトマスクが位相シフトマスクであることを特徴とする請求の範囲第15項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
18. ホトマスクに描画されたパターンが半導体ウエハに転写される半導体集積回路装置の製造方法は、以下の工程を備えている、
- (a) ホトマスク描画用データの座標系が使用されて前記ホトマスクに前記パターンが描画されるホトマスク製作工程、
- 20 (b) 前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが使用されて半導体ウエハに前記パターンが露光装置によって感光される際に、前記ホトマスク描画用データの座標系が使用される露光工程、
- (c) 前記露光工程で感光されたパターンがリソグラフィー処理およびエッチング処理によって前記半導体ウエハに転写される転写工程、
- 25 (d) 前記転写工程で前記パターンを転写されたパターン付きウエハが、前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して前記転写された

パターンをプローブ検査されるプローブ検査工程、

(e) 前記プローブ検査工程において欠陥が発見されたパターンを転写した前記ホトマスクが、前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正されるホトマスク検査・修正工程。

- 5     19. 前記露光工程以前にホトマスク検査・修正工程において、前記ホトマスク製作工程で製作されたホトマスクが前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して検査および／または修正されることを特徴とする請求の範囲第18項記載の半導体集積回路装置の製造方法。
- 10    20. 前記プローブ検査工程以前にパターン付きウエハ検査工程において、前記転写工程で前記パターンを転写されたパターン付きウエハが前記ホトマスク描画用データの座標系を使用して前記転写されたパターンを検査されることを特徴とする請求の範囲第18項記載の半導体集積回路装置の製造方法。

図 1

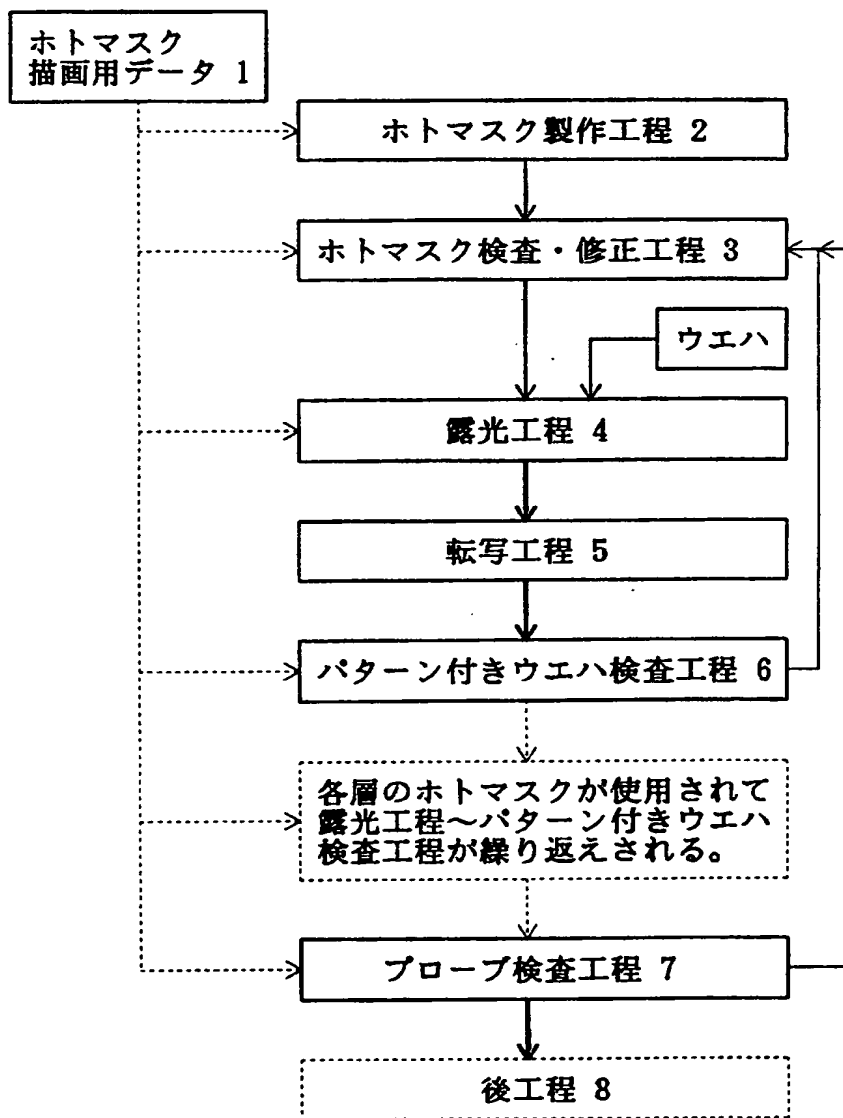




図 2

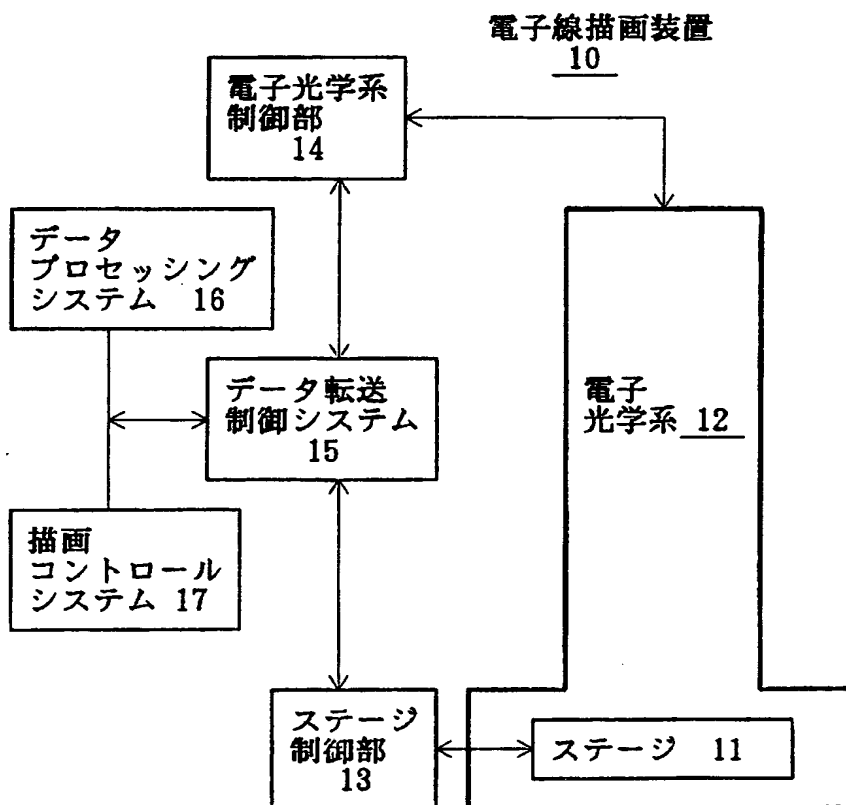


図 3

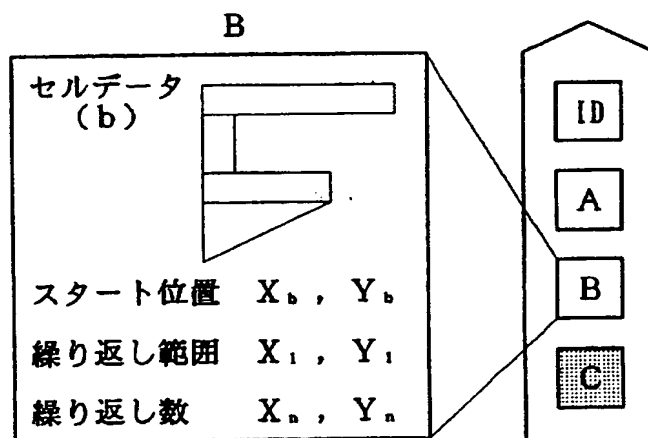
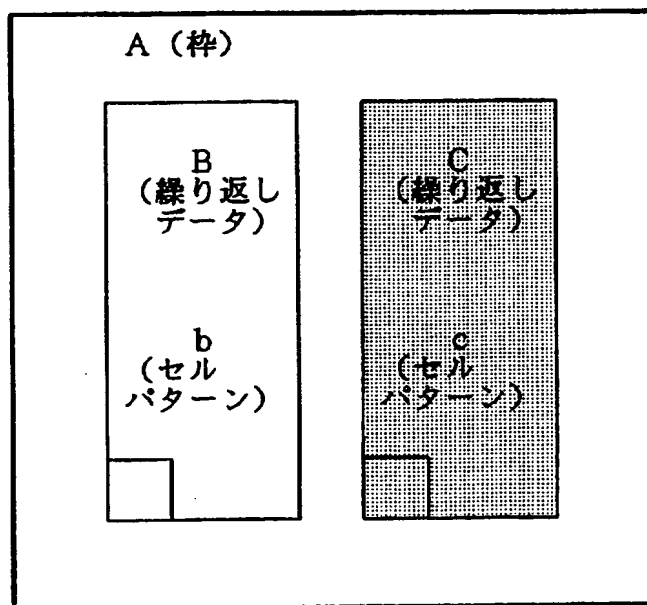
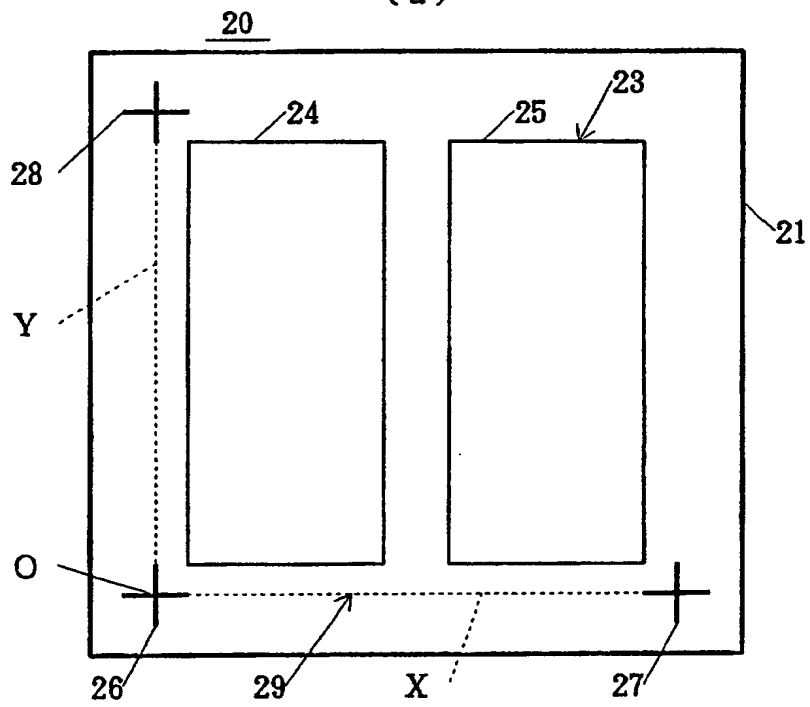


図 4

( a )



( b )

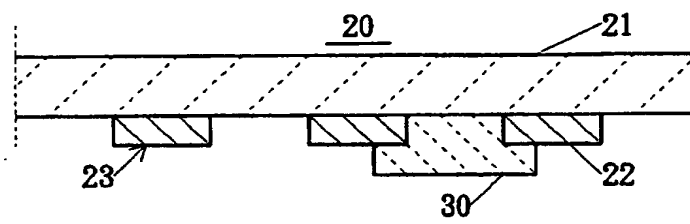




図 6

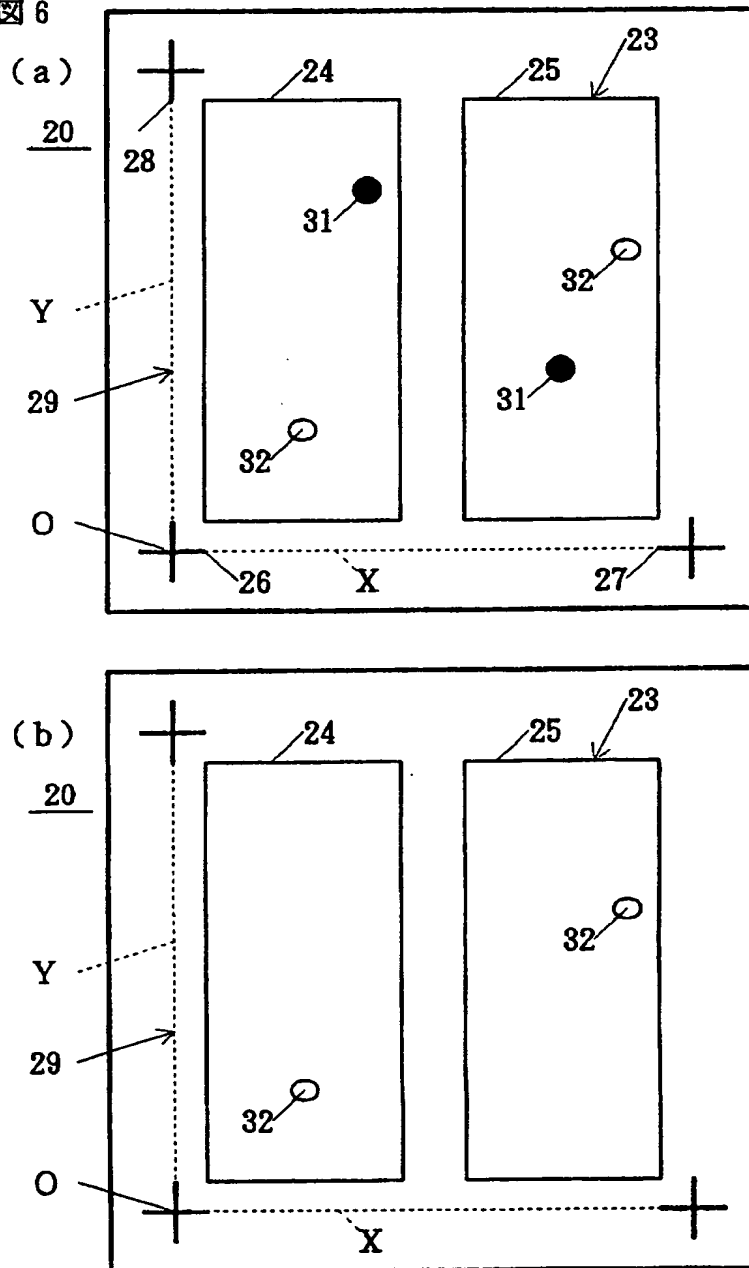


図 7

## ホトマスク修正装置 50

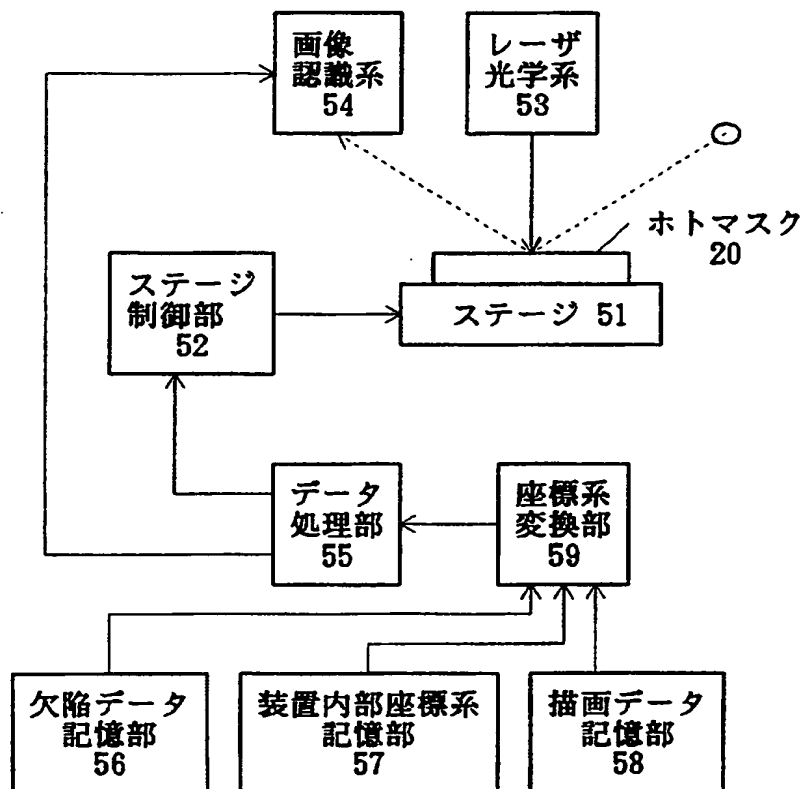
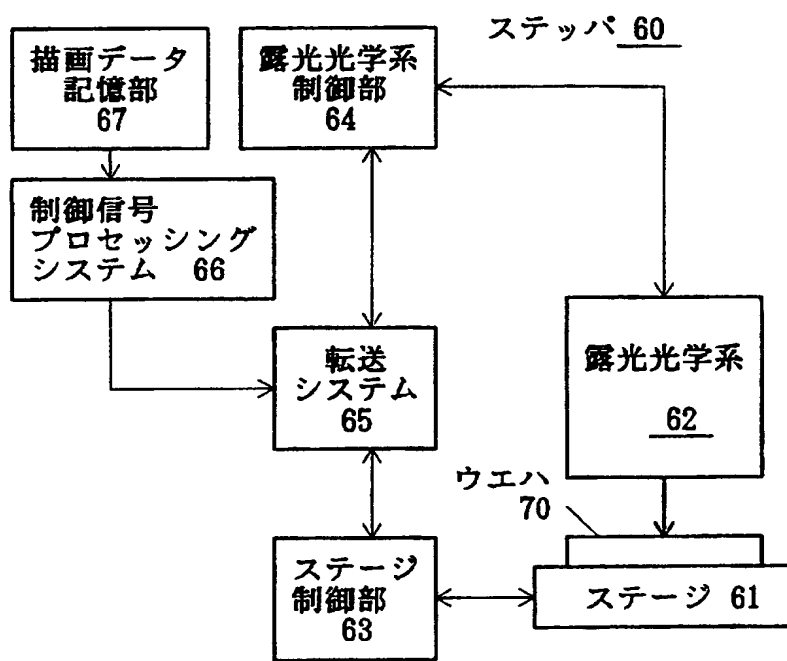


図 8

(a)



(b)

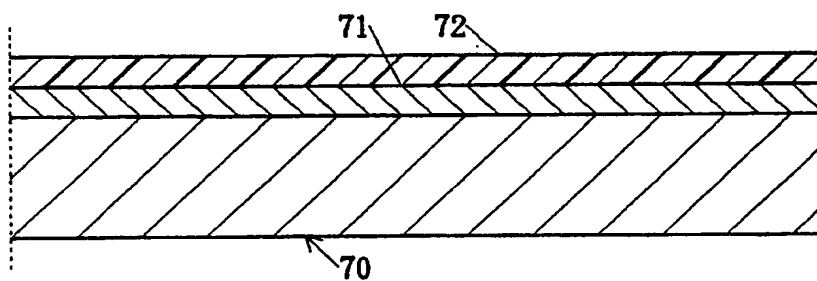


図 9

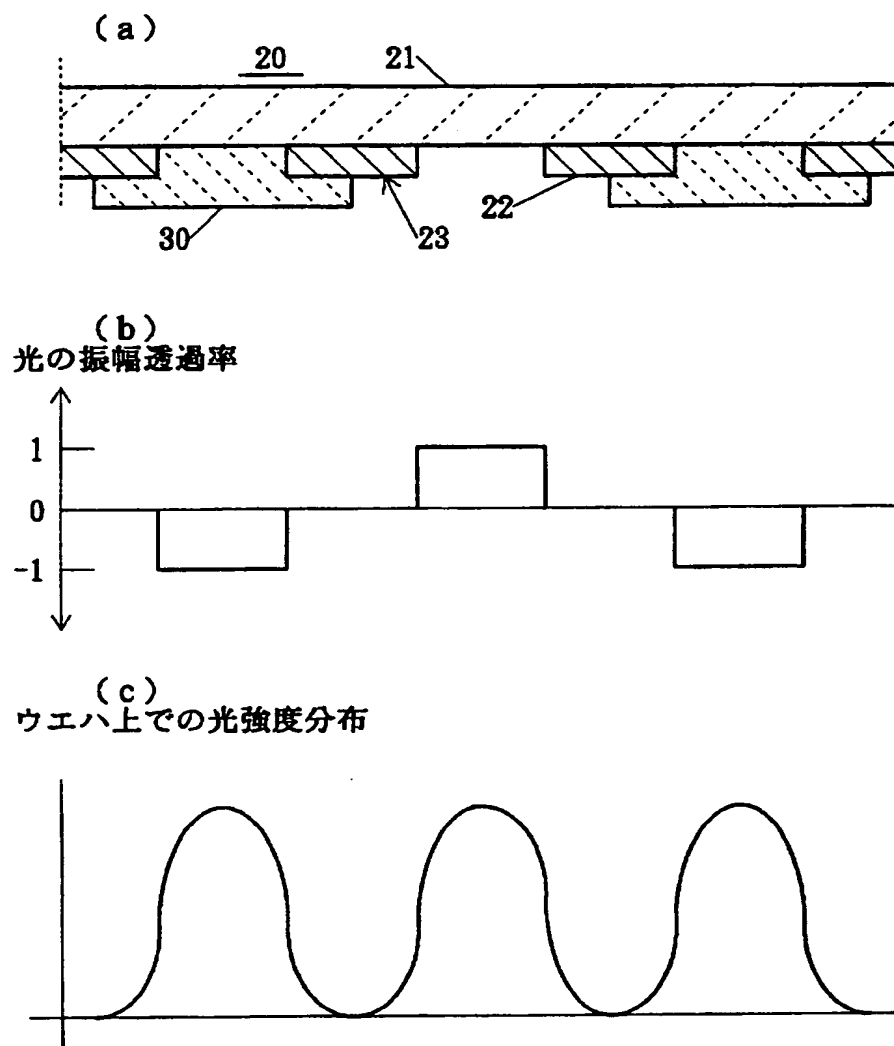






図 1 1

## パターン付きウエハ検査装置 80

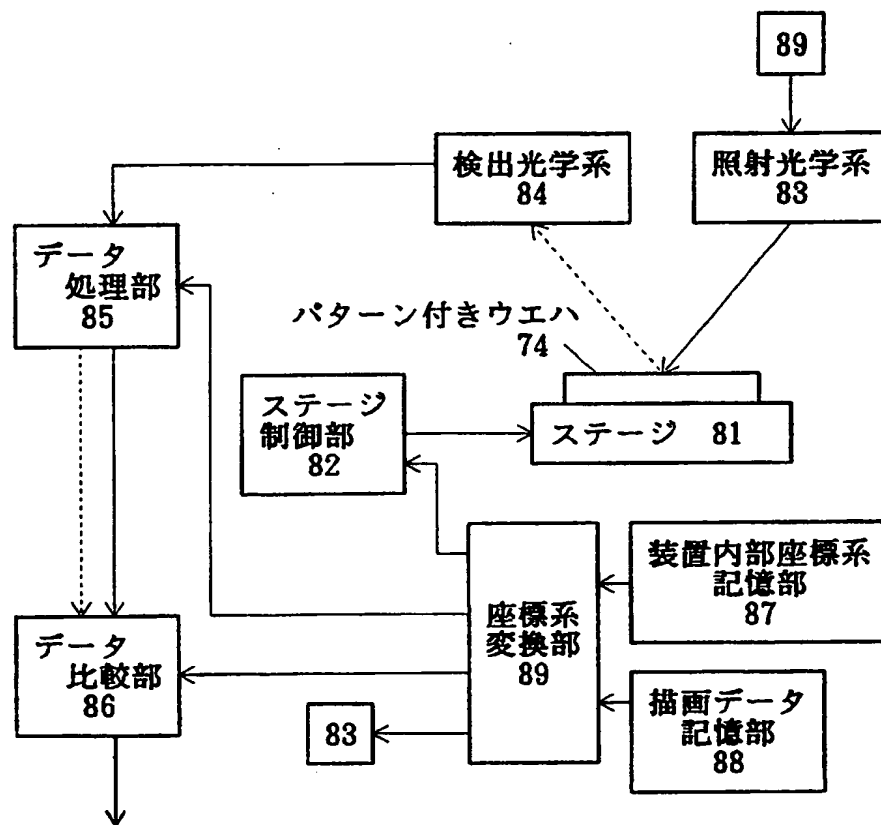
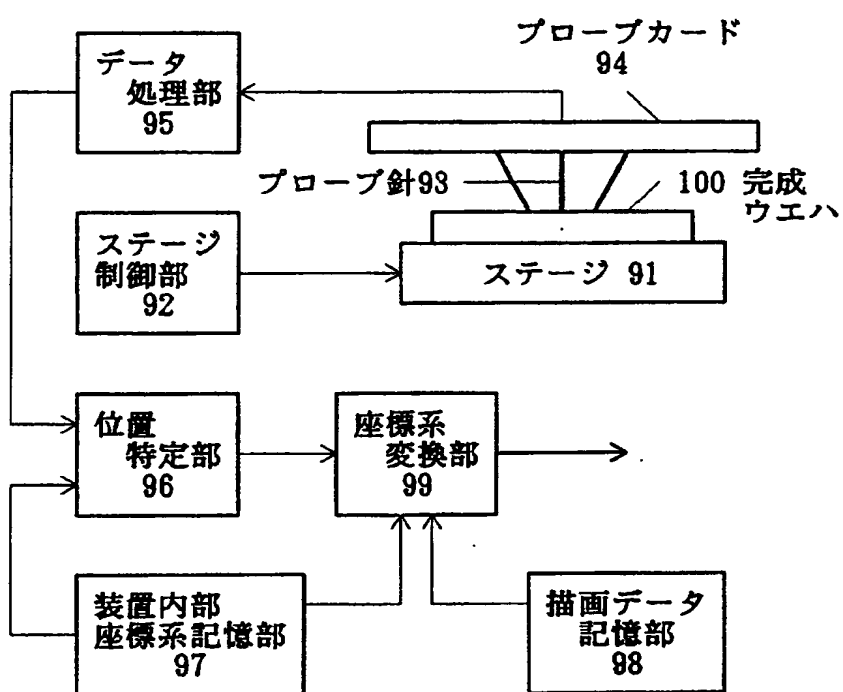


図 1 2  
ウエハプローバ 90



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01901

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.<sup>6</sup> H01L21/66, H01L21/68, H01L21/027, H01L21/30, G03F1/08,  
G01N21/88, G01R31/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.<sup>6</sup> H01L21/66, H01L21/68, H01L21/027, H01L21/30, G03F1/08,  
G01N21/88, G01R31/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| Jitsuyo Shinan Koho        | 1926 - 1996 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho  | 1971 - 1996 |
| Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994 - 1996 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | JP, 3-102845, A (Hitachi, Ltd.),<br>April 30, 1991 (30. 04. 91),<br>Page 2, column 1, lines 5 to 12 (Family: none)     | 1 - 20                |
| Y         | JP, 58-165337, A (Hitachi, Ltd.),<br>September 30, 1983 (30. 09. 83),<br>Page 2, column 4, lines 1 to 5 (Family: none) | 1 - 20                |
| Y         | JP, 3-75650, A (Matsushita Electric Industrial<br>Co., Ltd.),<br>March 29, 1991 (29. 03. 91) (Family: none)            | 1 - 20                |
| Y         | JP, 59-103336, A (Hitachi, Ltd.),<br>June 14, 1984 (14. 06. 84) (Family: none)   | 1 - 20                |
| Y         | JP, 6-265480, A (Toshiba Corp.),<br>September 22, 1994 (22. 09. 94) (Family: none)                                     | 1 - 20                |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
October 1, 1996 (01. 10. 96)Date of mailing of the international search report  
October 15, 1996 (15. 10. 96)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

|   |   |                  |
|---|---|------------------|
| <b>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</b><br>Int. Cl. <sup>8</sup><br>H01L21/66, H01L21/68, H01L21/027, H01L21/30,<br>G03F1/08, G01N21/88, G01R31/26   |   |                  |
| <b>B. 調査を行った分野</b><br>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))<br>Int. Cl. <sup>8</sup><br>H01L21/66, H01L21/68, H01L21/027, H01L21/30,<br>G03F1/08, G01N21/88, G01R31/26   |   |                  |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br>日本国実用新案公報 1926-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-1996年<br>日本国登録実用新案公報 1994-1996年  |   |                  |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)   |   |                  |
| <b>C. 関連すると認められる文献</b>  |   |                  |
| 引用文献の<br>カテゴリー*   | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| Y   | J P 3-102845A (株式会社日立製作所) 30. 4月. 1991 (30. 4<br>. 91), 引用箇所 [明細書 Page 2, Colum1, Line5-12] (ファ<br>ミリーなし) | 1-20             |
| Y   | J P 58-165337A (株式会社日立製作所) 30. 9月. 1983 (30.<br>9. 83), 引用箇所 [明細書 Page 2, Colum4, Line1-5] (ファ<br>ミリーなし)  | 1-20             |
| Y   | J P 3-75650A (松下電子工業株式会社) 29. 3月. 1991 (29. 3<br>. 91) (ファミリーなし)  | 1-20             |
| Y   | J P 59-103336A (株式会社日立製作所) 14. 6月. 1984 (14.<br>6. 84) (ファミリーなし)  | 1-20             |
| Y   | J P 6-265480A (株式会社東芝) 22. 9月. 1994 (22. 9. 94<br>) (ファミリーなし)   | 1-20             |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。  |   |                  |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br>「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |   |                  |
| 国際調査を完了した日<br>01. 10. 96  | 国際調査報告の発送日 <b>15.10.96</b>  |                  |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>藤原 敏士   | 4M 8406<br>印     |
| 電話番号 03-3581-1101 内線 3461   |   |                  |



**METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT DEVICE**

Patent Number: WO9801903  
Publication date: 1998-01-15  
Inventor(s): SUGIMOTO ARITOSHI (JP); IKOTA MASAMI (JP)  
Applicant(s): SUGIMOTO ARITOSHI (JP); HITACHI LTD (JP); IKOTA MASAMI (JP)  
Requested Patent: WO9801903  
Application Number: WO1996JP01901 19960709  
Priority Number(s): WO1996JP01901 19960709  
IPC Classification: H01L21/66; H01L21/68; H01L21/027; H01L21/30; G03F1/08; G01N21/88; G01R31/26  
EC Classification: G03F1/00Z, G01N21/95A, G03F7/20T20, G03F7/20T22, H01J37/317B  
Equivalents:  
Cited Documents: JP3102845; JP58165337; JP3075650; JP59103336; JP6265480

**Abstract**

A method of manufacturing a semiconductor integrated circuit device, in which pattern on photomasks are transferred to a semiconductor wafer, and particularly techniques are employed for using control data, production condition data and inspection data in common in different production steps. A photomask is produced at a photomask production step by electron beam lithography. The same coordinate system of the pattern data used at the photomask production step are used in inspection/correction steps. The mask pattern of the photomask is transferred to the wafer by a step-and-repeat system. In this instance, the step movement is depending on the coordinate system of the pattern data. The wafer so exposed is then developed and etched to form repeats of reduced patterns on it, that is, this wafer pattern is composed of the reduced pattern produced by a step-and-repeat technique according to the coordinate system of the pattern data. The coordinate system of the pattern data is used to inspect the patterned wafers on a wafer tester. If a defect is found on a wafer, a detailed inspection of the corresponding photomask is carried out in a photomask inspection/correction step based on the results of the patterned wafer inspection step. Since the inspection result data comprises the coordinate system of the pattern data, it can be utilized as the data for the detailed inspection.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: P2002. 0821

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: B. Buechner et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100